

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Drainase

Drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun dibuat manusia. Dalam Bahasa Indonesia, drainase bisa merujuk pada parit di permukaan tanah atau gorong – gorong dibawah tanah.

Drainase berperan penting untuk mengatur suplai air demi pencegahan banjir. Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Dr. Ir. Suripin, M.Eng.2004)

Sedangkan pengertian tentang drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK menteri PU No. 233 tahun 1987. Menurut SK tersebut, yang dimaksud drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai melintas di dalam kota.

2.2 Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu :

a) **Sistem Drainase Mayor**

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (Catchment Area). Pada umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (major system) atau drainase primer. Sistem

jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

b) **Sistem Drainase Mikro**

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar.

Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

2.3 Jenis – Jenis Drainase

Drainase dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu:

2.3.1 Menurut sejarah terbentuknya

1. Drainase alamiah (Natural Drainage) adalah sistem drainase yang terbentuk secara alami dan tidak ada unsur campur tangan manusia.
2. Drainase buatan (Artificial Drainage) adalah sistem drainase yang dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan, dan dimensi saluran.

2.3.2 Menurut letak saluran

1. Drainase permukaan tanah (Surface Drainage) adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air

2. limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa open channel flow.
3. Drainase bawah tanah (Sub Surface Drainage) adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan tersebut antara lain tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman, dan lain-lain.

2.3.3 Menurut konstruksi

1. Saluran Terbuka adalah sistem saluran yang biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (system terpisah), namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran. Pada pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak diberi lining (lapisan pelindung). Akan tetapi saluran terbuka di dalam kota harus diberi lining dengan beton, pasangan batu (masonry) ataupun dengan pasangan bata.
2. Saluran Tertutup adalah saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Sistem ini cukup bagus digunakan di daerah perkotaan terutama dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti kota Metropolitan dan kota-kota besar lainnya.

2.3.4 Menurut fungsi

1. Single Purpose adalah saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja.
2. Multy Purpose adalah saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.

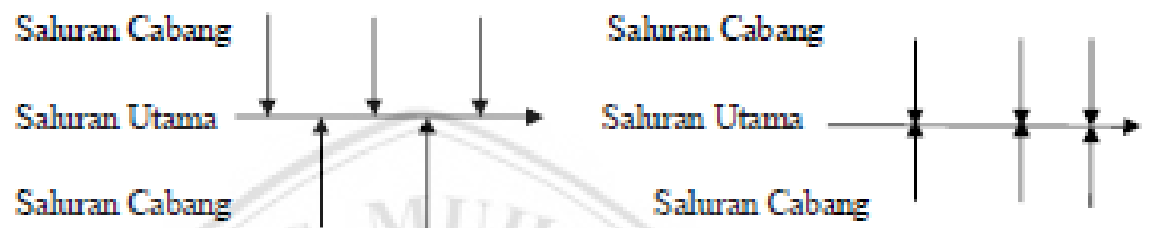
2.4 Pola Jaringan Drainase

Dalam perencanaan sistem drainase suatu kawasan harus memperhatikan pola jaringan drainasenya. Pola jaringan drainase pada suatu kawasan atau wilayah

tergantung dari topografi daerah dan tata guna lahan kawasan tersebut. Adapun tipe atau jenis pola jaringan drainase sebagai berikut.

2.4.1 Jaringan Drainase Siku

Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai pembuang akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.1. Pola Jaringan Drainase Siku

2.4.2 Jaringan Drainase Paralel

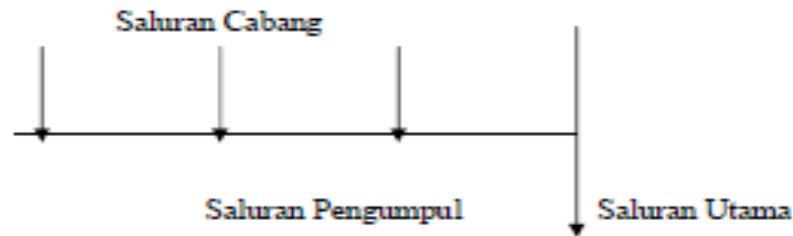
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan menyesuaikan.



Gambar 2.2. Pola Jaringan Drainase Paralel

2.4.3 Jaringan Drainase Grid Iron

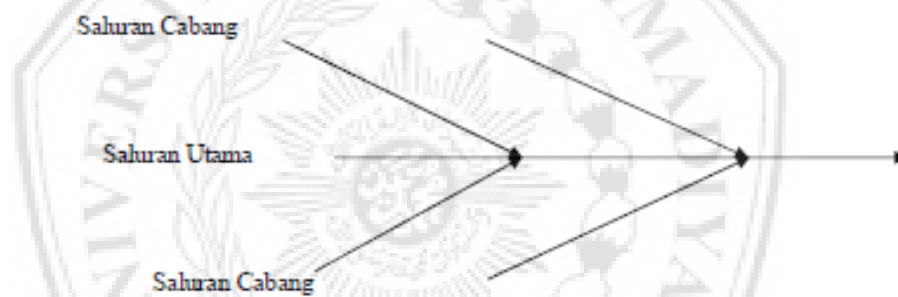
Untuk daerah dimana sungai terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.3. Pola Jaringan Drainase Grid Iron

2.4.4 Jaringan Drainase Alamiah

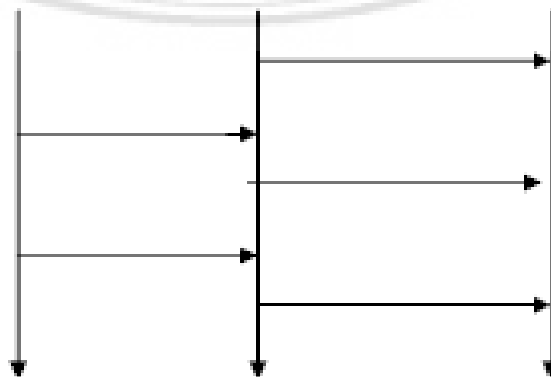
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar.



Gambar 2.4. Pola Jaringan Drainase Alamiah

2.4.5 Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 2.5. Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring

2.5 Analisa Hidrologi

Menurut Subarkah (1980), Analisa hidrologi memiliki peranan yang penting dalam melakukan perencanaan bangunan air dalam bidang pengairan, baik untuk perencanaan irigasi maupun dalam perencanaan saluran drainase. Salah satu faktor yang mempunyai peranan itu adalah data-data hidrologi yang mampu mempengaruhi keadaan dilapangan. Dengan adanya data hidrologi tersebut, kita dapat mengetahui besarnya debit rencana sebagai dasar perencanaan bangunan air. Adapun aspek-aspek hidrologi yang perlu dikaji yaitu:

2.5.1 Curah Hujan Regional / Wilayah

Jika di dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata – rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal. (Soemarto, C.D, 1995)

Ada 3 macam cara yang berbeda dalam menentukan tinggi curah hujan rata-rata pada areal tertentu dari angka-angka curah hujan di beberapa titik pos penakar atau pencatat. (Soemarto, C.D, 1995)

a. Metode Rerata Aljabar

Tinggi rata – rata curah hujan didapatkan dengan mengambil nilai rata – rata hitung pengukuran hujan di stasiun curah hujan didalam catchment area tersebut.

$$R = \frac{1}{n} (RA + RB + RC + \dots + Rn) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan :

R = tinggi curah hujan rata-rata

RA, RB, ..., Rn = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n

N = banyaknya pos penakar

(Soemarto C.D, 1995)

b. Cara polygon Thiessen

Cara ini berdasarkan rata-rata timbang (weighted average). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegaklurus terhadap garis penghubung di antara dua buah pos penakar.

$$R = \frac{R_A.A_A + R_B.A_B + R_C.A_C + \dots + R_n.A_n}{A_A + A_B + A_C + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

A = luas areal

R = tinggi curah hujan rata-rata areal

RA, RB, ..., Rn = tinggi curah hujan di pos 1, 2, ..., n

AA, AB, ..., An = luas daerah pengaruh pos 1, 2, ..., n

(Soemarto C.D, 1995)

c. Cara isohyet

Dengan cara ini, kita harus menggambar dulu kontur tinggi hujan yang sama (isohyet).

$$R = \frac{A_A \left(\frac{R_A + R_B}{2} \right) + A_B \left(\frac{R_B + R_C}{2} \right) + \dots + A_{n-1} \left(\frac{R_{n-1} + R_n}{2} \right)}{A_A + A_B + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan :

A = luas areal

R = tinggi curah hujan rata-rata area

RA, RB, ..., Rn = tinggi curah hujan di pos 1, 2, ..., n

AA, AB, ..., An = luas daerah pengaruh pos 1, 2, ..., n

(Soemarto C.D, 1995)

2.5.2 Distribusi Frekuensi

Untuk mendapatkan distribusi frekuensi yang sesuai dengan data yang tersedia untuk perhitungan curah hujan rancangan, digunakan Analisa frekuensi. Persyaratan yang digunakan untuk pemilihan distribusi frekuensi dapat dilihat pada table 2.1. sebagai berikut.

Tabel 2.1. Syarat Pemilihan Distribusi Frekuensi

Distribusi Frekuensi	Ck	Cs
Grumbel	5.4002	1.1396
Normal	3.0000	0.0000
Log Person III	Bebas	Bebas
Log Normal	-	3. Cv

Sumber: Sriharto, (1993)

besar koefisien Skewness (Cs) dapat di peroleh dengan persamaan:

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3} \dots\dots\dots (2-4)$$

Besarnya koefisien (Ck) dapat diperoleh dengan persamaan:

$$Ck = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot S^4} \dots\dots\dots (2-5)$$

Di mana:

N = Jumlah data

Xi = Data ke i

X = Rata-rata data

S = Simpangan

2.5.3 Curah Hujan Rancangan

Menurut Sriharto (1993) hujan rencana adalah hujan terbesar yang mungkin terjadi di dalam suatu daerah di dalam suatu daerah pada periode ulang tertentu,

yang di pakai sebagai dasar untuk menghitung rencana ukuran suatu bangunan. Jatuhnya hujan di suatu daerah, baik menurut waktu maupun pembagian geografisnya tidak tetap melainkan berubah-ubah. Pada musim penghujan pun dari hari-kehari, dari jam ke jam hujan tidak sama. Demikian pula dari tahun ke tahun banyaknya hujan tidak sama dan juga hujan maksimum dalam suatu hari untuk berbagai tahun tidak sama.

Menurut Subrahmanya (1980), Untuk menetapkan besarnya dengan masa ulang tertentu, misalnya 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan, 100 tahunan, yaitu di dasarkan pada :

- a. Besarnya kerugian yang diderita jika bangunan dirusak oleh banjir dan sering tidknya kerusakan itu terjadi.
- b. Umur ekonomis bangunan.
- c. Biaya pembangunan.

Tabel 2.2. Kriteria Desain

No	Jumlah Kota	Jumlah Penduduk	Debit Rencana Saluran		
		(orang)	Primari (tahun)	Skunder (tahun)	Tersier (tahun)
1	Kota Besar	500,000 s/d 1,000,000	10	5	2
2	Kota Sedang	200,000 s/d 500,000	5	2	1
3	Kota Kecil	100,000 s/d 200,000	2	1	1

Sumber: Dirjen Pengairan (1986)

Setelah diketahui tinggi curah hujan harian rata-rata, maksimum dari data hujan yang diperoleh, maka hal selanjutnya yang harus memilih metode yang di akandigunakan untuk menganalisa banjir. Adapun beberapa metode yang di gunakan dalam menganalisa probabilitas banjir di antaranya:

2.4.3.1 Distribusi Metode Gumbel

Analisis frekuensi untuk curah hujan rancangan (x) dengan metode

Gumbel, yaitu :

$$X_t = \bar{x} + (S.K) \dots\dots\dots (2.6)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum R^2(K \cdot \sum R)}{n-1}} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan :

X_t = curah hujan rancangan dengan kala ulang T tahun

\bar{x} = nilai rata – rata aritmatik hujan kumulatif

S = Standart deviasi/ penyimbangan baku sampel

K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari waktu ulang dan tipe frekuensi

R = Total Curah hujan

Y_t = Reduced variate

Y_n = Reduced mean yang tergantung ari besarnya sampel n

S_n = Reduced mean deviation yang tergantung dari besarnya sampel

Tabel 2.3. Reduced Variate sebagai fungsi ulang T (Y_t)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Tabel 2.4. Hubungan Reduced Mean Yn dengan besarnya sampel N serta Reduced Standart Deviation Sn

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2066
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber: Soemarto, (1987)

2.4.3.2. Disribusi Log Person III

Setelah diketahui tinggi curah hujan harian maximum dari data hujan yang di peroleh, maka dengan menggunakan metode ini dpat dihitung besarnya hujan rancangan yang terjadi dengan periode ulang T tahun. (Soemarto, 1987)

Curah Hujan Rancangan :

$$\text{Log } X_i = \text{Log } \bar{X} + G \cdot S_d \dots\dots\dots (2.9)$$

Nilai Rerata :

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{n \sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots (2.10)$$

Standar Deviasi :

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.11)$$

Koefisien Asimetri atau Kemencengan:

$$CS = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^2}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan:

Log X = Nilai Logaritmik dari X dengan kala ulang T
tahum

Log \bar{X} = Nilai rata-rata dari Log X

Sd = Standar deviasi

G = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari kala
ulang dan

koefisien kemencengan.

Cs = Koefisien Kemencengan atau Asimetris

Tabel 2.5. Faktor Frekuwensi K untuk Agihan Log Person Type III

Koef. G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)							
	1, 0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-3,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-3,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-3,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber: Soemarto, (1987)

2.4.4. Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk mengetahui apakah suatu data sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang di pilih maka setelah penggambaranya pada kertas probabilitas perlu di lakukan pengujian lebih lanjut. Pengujian ini biasanya dengan uji kesesuaian (*testing of goodness of fit*) yang dilakuakn dengan dua jenis pengujian yang sebelumnya dilakukan dulu plottingdata denga tahapan:

1. Data curah hujan maksimum harian rata-rata tiap tahun disusun dari kecil-besar.
2. Hitung probabilitasnya dengan menggunakan rumus WEIBULL.

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\% \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

P = Probabilitas (%)

m = Nomor urut data dari seri yang telah diurutkan

n = banyaknya data.

2.4.4.1. Uji Smilov Kolmogorow

Menurut Seomarto (1987), pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas unruk tiap data, yaitu distribusi empiris dan distribusi teoritis yang di sebut dengan Δ_{mask} . Dalam bentuk persamaan data ditulis sebagai berikut:

$$\Delta_{mask} = P_e - P_t \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

Δ_{mask} = Selisih antara peluang empiris dan peluang teoritis

Δ_{Cr} = Simpangan kritis

P_e = Peluang empiris

P_t = Peluang teoritis

Kemudian dibandingkan antara Δ_{mask} dengan Δ_{Cr} , apabila $\Delta_{mask} < \Delta_{Cr}$ maka pemilihan disrtibusi frekuwensi tersebut dapat diterapkan data tersebut.

2.4.4.2. Uji Chi-Square

Menurut Soemarto (1987) uji ini digunakan untuk menguji simpangan-smpnagan secara vertical yang di tentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$X^2 = \sum \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j} \dots\dots\dots (2-15)$$

Dimana:

X^2 = Harga Chi-Square

E_j = frekuensi teoritis kelas j

O_j = frekuensi pengamatan kelas j

Jumlah kelas distribusi dihitung dengan rumus:

$$K = 1 + 3,322 \log n \dots\dots\dots (2-16)$$

$$V(DK) = k + 1 + m$$

Dimana;

K = Jumlah kelas distribusi

N = Banyaknya data

V(Dk) = Derajat kebebasan

M = Parameter, besarnya = 2

Agar distribusi frekuensi dipilih data diterima maka nilai X^2 , Xc^2 .

2.4.5. Koefisien Pengaliran (C)

Menurut Supirin (2003), koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi, besaran ini dipengaruhi oleh: Tata guna lahan, Kemiringan lahan, Jenis dan kondisi tanah, Klimatologi.

Tabel 2.6. Koefisien Aliran (C) untuk Metode Rasional

Tipe Daerah Aliran	Jenis Tanah	Harga C
Perumputan	Tanah pasir, datar, 2 %	0,05 - 0,10
	Tanah pasir, rata-rata 2 - 7 %	0,10 - 0,15
	Tanah pasir, curam, 7 %	0,15 - 0,20
	Tanah gemuk, datar, 2 %	0,13 - 0,17
	Tanah gemuk, rata-rata 2 - 7 %	0,18 - 0,22
	Tanah gemuk, curam 7 %	0,25 - 0,35
Business	Daerah kota lama	0,75 - 0,95
	Daerah pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan	Daerah "Single Family"	0,30 - 0,50
	"Multi Units", terpisah-pisah	0,40 - 0,60
	"Multi Units", tertutup	0,60 - 0,75
	"Suburban"	0,25 - 0,40
	Daerah rumah-rumah apartemen	0,50 - 0,70
Industri	Daerah ringan	0,50 - 0,80
	Daerah berat	0,60 - 0,90
Jalan	Beraspal	0,70 - 0,95
	Beton	0,80 - 0,95
	Batu	0,70 - 0,85
Pertamanan, kuburan		0,10 - 0,25
Tempat bermain		0,20 - 0,35
Halaman kereta api		0,20 - 0,40
Daerah yang tidak dikerjakan		0,10 - 0,30
Untuk berjalan dan naik kuda		0,75 - 0,85
Atap		0,75 - 0,95

Sumber: Subarkah (1980)

2.4.6. Intensitas Hujan

Menurut Soemarto (1987), Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Intensitas curah hujan dinotasikan dengan huruf I dengan satuan (mm/Jam), yang artinya tinggi curah hujan yang terjadi sekian mm dalam kurun waktu per jam.

Sedangkan waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang dibutuhkan oleh butiran air untuk bergerak dari titik yang terjauh pada daerah pengaliran sampai ke titik pembuangan. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah dengan menggunakan rumus:

(Suhardjono, 1984)

$$T_c = T_o + T_d \dots\dots\dots (2-17)$$

Sedangkan untuk mencari besaran T_d dengan cara coba-coba untuk mengontrol hasilnya, dipakai rumus:

$$T_d = L/V \dots\dots\dots (2-18)$$

Dimana:

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang saluran utama dari hulu sampai penguras (Km)

S = Kemiringan rata-rata

V = kecepatan rata

2.4.7. Debit Air Hujan / Limpasan

Debit air hujan atau debit limpasan adalah apabila intensitas hujan yang jatuhdi suatu Daerah Aliran Sungai melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan – cekungan pada permukaan tanah. Setelah cekungan – cekungan tersebut penuh, selanjutnya air akan mengalir diatas permukaan tanah. Debit air hujan ini dapat dihitung dengan menggunakan (Chow, 1992)rumus sebagai berikut:

Rumus Debit Limpasan :

$$Q = 0,278 . C . I . A \dots\dots\dots (2-19)$$

Dimana :

Q = Debit aliran air limpasan (m³/detik)

C = Koefisen *run off* (berdasarkan standar baku)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (ha)

0,278 = Konstanta

2.5. Analisa Hidrolika

Banyaknya debit air hujan yang ada dalam suatu kawasan harus segera di alirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkannya diperlukan saluran yang dapat menampung dan mengalirkan air tersebut ke tempat penampungan. Penampungan tersebut dapat berupa sungai atau kolam retensi. Kapasitas pengaliran dari saluran tergantung pada bentuk, kemiringan dan kekasaran saluran. Sehingga penentuan kapasitas tampung harus berdasarkan atas besarnya debit air hujan.

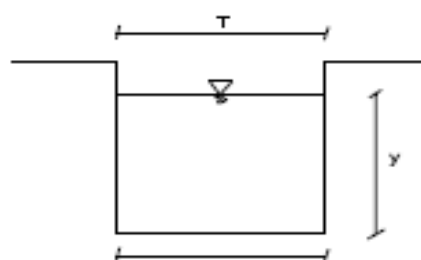
2.5.1. Dimensi Saluran

Menurut Chow (1992), dimensi saluran drainase dihitung dengan mendakatan rumus-rumus aliran seragam, dan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- Dalam aliran, luas penampang lintasan aliran kecepatan serta debit selalu tetap pada setiap penampang lintasan.
- Garis energid an dasar saluran selalu sejajar.

Saluran drainase dapat terbuka ataupun tertutup menurut keadaan, meskipun tertutup dan penuh air, alirannya bukan merupakan aliran tekanan, sehingga rumus aliran seragam tetap berlaku. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang digunakan rumus manning. Rumus ini merupakan bentuk yang sederhana dan memberikan hasil yang maksimal, sehingga rumus ini sangat luas penggunaannya sebagai rumus aliran seragam dalam perhitungan saluran. Rumus manning dapat di lihat sebagai berikut:

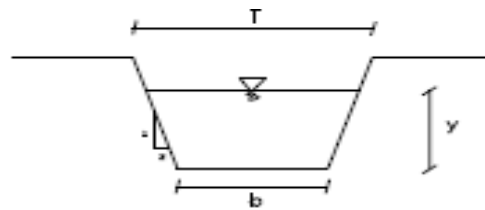
- Persegi Panjang



Gambar 2.8 Saluran Bentuk Persegi

Luas (A)	$= b \cdot y$
Keliling basah (P)	$= b + 2y$
Jari-jari Hidrolik (R)	$= \frac{b \cdot y}{b + 2y}$
Lebar Puncak (T)	$= b$

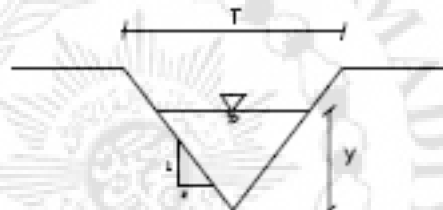
b. Trapesium



Gambar 2.9 Saluran Bentuk Trapesium

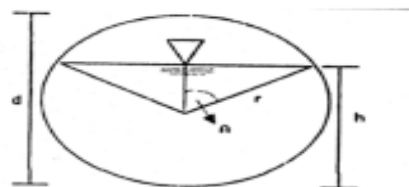
Luas (A)	$= (b+zy) y$
Keliling Basah (P)	$= b+2y\sqrt{1+z^2}$
Jari-jari Hidrolik	$= \frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$
Lebar Puncak (T)	$= b+2zy$
Faktor Penampang	$= \frac{(b+2zy)xy}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$

c. Segitiga



Luas (A)	$= zy^2$
Keliling Basah (P)	$= 2y\sqrt{1+z^2}$
Jari-jari Hidrolik	$= \frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$
Lebar Puncak (T)	$= 2zy$
Kedalaman Hidrolik	$= \frac{1}{2} y$
Faktor Penampang	$= \frac{\sqrt{2}}{2} zy^{1.5}$

d. Lingkaran



Luas (A)	$= \frac{\pi}{2} D^2 \sin \theta$
Keliling Basah (P)	$= \frac{1}{2} (1 - \frac{\sin 2\theta}{2}) \times D$
Jari-jari Hidrolik (R)	$= \frac{1}{2} (1 - \frac{\sin 2\theta}{2}) \times D$
Lebar Puncak (T)	$= 2 \sqrt{y(D-y)}$
Kedalaman Hidrolik (D)	$= \frac{1}{8} \left(\frac{\theta \sin \theta}{\sin \frac{1}{2} \theta} \right) \times D$
Faktor Penampang (Z)	$= \frac{\sqrt{2} (\theta - \sin \theta)^{1.5}}{32 (\sin \frac{1}{2} \theta)^{0.5}} \times D^{2.5}$

Sumber: Chow 1992

Setelah didapatkan debit rencana yaitu debit air hujan dan debit air kotor, kemudian dimasukan kedalam rumus manning, dimana harga dari kemiringan dasar saluran (i) di tentukan dengan harga koefisien manning (n) diperoleh berdasarkan bahan lapisan yang diinginkan, serta harga A dan R tergantung lebar saluran (b) yang diinginkan dengan memperhatikan tanah, maka akan didapatkan dimensi penampang sauran yang dikehendaki. Dalam pendimensian saluran drainase, harus dihitung juga jumlah air hujan dan air kotor yang melewati saluran tersebut.

Tabel 2.7. Harga Koefisien Manning

No.	Tipe saluran dan jenis bahan	Harga n		
		Minimum	Normal	Maksimum
1.	Beton			
	▪ Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	▪ Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/gangguan	0,011	0,013	0,014
	▪ Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	▪ Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
2.	Tanah, lurus dan seragam			
	▪ Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	▪ Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	▪ Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	▪ Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3.	Saluran alam			
	▪ Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	▪ Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	▪ Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,08
	▪ Dataran banjir berumput pendek – tinggi	0,025	0,030	0,035
	▪ Saluran di belukar	0,035	0,050	0,07

Sumber: Chow (1992)

2.5.2. Perhitungan Proyeksi Penduduk

Menurut Suhardjono (1984), perhitungan untuk mencari pertumbuhan penduduk jumlah penduduk sebagai berikut:

- a. Metode yang digunakan adalah metode geometric:

$$r = \frac{P_n}{P_{n+1}}$$

Dimana :

r = Rata-rata pertumbuhan Penduduk

P_n = Perkiraan jumlah penduduk pada tahun terakhir rencana

P_{n+1} = Jumlah penduduk pada tahun berikutnya

$$R \text{ rata-rata} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n}{n}$$

Analisa prediksi pertumbuhan penduduk sampai tahun rencana:

$$P_n = P_o \cdot (1 + r \text{ rata-rata})^n$$

Dimana:

P_o = Jumlah penduduk pada tahun akhir (data)

n = periode waktu perencanaan

r rata-rata = rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk

b. Pertumbuhan Penduduk Eksponensial

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n}$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk pada tahun n

P_o = Jumlah penduduk pada awal tahun

r = angka pertumbuhan penduduk

n = jangka waktu dalam tahun

e = bilangan pokok dari system bilangan logaritma (2,7182828)

2.6. Debit Air Kotor

Menurut Suhardjono (1984), debit air kotor adalah debit yang berasal dari air Bungan hasil aktivitas penduduk yang berasal dari lingkungan rumah tinggal, instansi, bangunan komersial, dan lain sebagainya. Dalam perencanaan estimasi mengenai total aliran air buangan di bagi 3 yaitu;

- a. Air buangan domestic.
- b. Infiltrasi air permukaan (hujan) dan air tanah (pada daerah pelayanan dan sepanjang pipa).
- c. Air buangan industri dan komersial.

Rumus yang di gunakan untuk debit air kotor adalah:

$$Q_{\text{domestik}} = \frac{Pn \cdot Q_{\text{kep}}}{A}$$

Dimana:

Q = Debit air kotor ($\text{l} \cdot \text{Det}^{-1} \cdot \text{Km}^2$)

Q_{kep} = Jumlah kebutuhan air ($\text{l} \cdot \text{Det}^{-1} \cdot \text{orang}^{-1}$)

Pn = jumlah penduduk

A = Luas daerah (Km^2)